

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2764150号

(45) 発行日 平成10年(1998) 6月11日

(24) 登録日 平成10年(1998) 4月3日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 4 J 13/00  
H 0 4 B 7/216  
7/26

F I

H 0 4 J 13/00 A  
H 0 4 B 7/15 D  
7/26 A

請求項の数21(全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-506334

(86) (22) 出願日 平成6年(1994) 8月4日

(86) 国際出願番号 P C T / J P 9 4 / 0 1 2 8 3

(87) 国際公開番号 W O 9 5 / 0 5 0 3 7

(87) 国際公開日 平成7年(1995) 2月16日

審査請求日 平成9年(1997) 3月13日

(31) 優先権主張番号 特願平5-196023

(32) 優先日 平5(1993) 8月6日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平6-90351

(32) 優先日 平6(1994) 4月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 999999999

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社  
東京都港区虎ノ門2丁目10番1号

(72) 発明者 安達 文幸

神奈川県横浜市金沢区高舟台2-35-13

(72) 発明者 佐和橋 衛

神奈川県横須賀市浦賀町5-42-188

(72) 発明者 東 明洋

神奈川県横須賀市林2-1-3 林社宅  
3-301

(72) 発明者 大野 公士

神奈川県横浜市磯子区杉田9-2 富岡  
社宅8-502

(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

審査官 石井 研一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スペクトル拡散通信受信機および中継装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スペクトル拡散通信を行う移動通信システムの移動局と基地局との間で送受信信号の中継を行う中継装置であって、

前記基地局からの電波を受信する第1の受信アンテナと、

前記第1の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第1の遅延器と、

前記第1の遅延器の出力を前記移動局へ送信する第1の送信アンテナと、

前記移動局からの電波を受信する第2の受信アンテナと、

前記第2の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第2の遅延器と、

前記第2の遅延器の出力を前記基地局へ送信する第2の

送信アンテナとを備え、

前記第1および第2の遅延器の遅延時間は、拡散符号の1チップ時間以上に設定されたことを特徴とする中継装置。

【請求項2】 前記中継装置は、さらに、

前記第1の遅延器から出力された信号を増幅して前記第1の送信アンテナに供給する第1の増幅器と、

前記第2の遅延器から出力された信号を増幅して前記第2の送信アンテナに供給する第2の増幅器とを具備すること

を特徴とする請求の範囲1に記載の中継装置。

【請求項3】 前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の入力端と第2の増幅器

の出力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の入力端と前記第1の増幅器の出力端とに接続されていることを特徴とする請求の範囲2に記載の中継装置。

【請求項4】前記中継装置は、さらに、前記基地局からの電波を受信する第3の受信アンテナと、前記第3の受信アンテナからの受信信号と前記第1の遅延器の出力信号とを合成して前記第1の増幅器に供給する第1の合成手段と、前記移動局からの電波を受信する第4の受信アンテナと、前記第4の受信アンテナからの受信信号と前記第2の遅延器の出力信号とを合成して前記第2の増幅器に供給する第2の合成手段とを具備することを特徴とする請求の範囲3に記載の中継装置。

【請求項5】前記中継装置は、さらに、前記第1の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第1の遅延器に供給する第1の増幅器と、前記第2の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第2の遅延器に供給する第2の増幅器とを具備することを特徴とする請求の範囲1に記載の中継装置。

【請求項6】前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の出力端と前記第1の増幅器の入力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の出力端と前記第2の増幅器の入力端とに接続されていることを特徴とする請求の範囲5に記載の中継装置。

【請求項7】前記中継装置は、さらに、前記第1の増幅器の出力を前記移動局に送信する第3の送信アンテナと、前記第2の増幅器の出力を前記基地局に送信する第4の送信アンテナとを具備することを特徴とする請求の範囲6に記載の中継装置。

【請求項8】受信したスペクトル拡散信号の各遅延波に対して、同一の拡散符号を用いて逆拡散を行う複数の相関器と、前記各相関器から出力された各遅延波成分をそれぞれ検波する複数の検波器と、前記各検波器の出力に重みづけ係数をかけて重みづけを行う複数の重みづけ回路と、

前記重みづけ回路の出力を合成する合成回路と、前記合成回路の出力の符号判定を行う符号判定回路と、前記符号判定回路の出力と前記各相関器の出力とに基づいて、前記各遅延波成分ごとに伝送路の各伝達関数を推定する推定手段と、前記推定された各伝達関数に基づいて、前記各遅延波成分ごとに希望波成分のみの振幅を推定し、その振幅によって前記重みづけ係数を形成する重みづけ係数制御回路とを具備することを特徴とするスペクトル拡散通信受信機。

【請求項9】前記推定手段は、前記符号判定回路の出力に前記推定された各伝達関数をかける複数の乗算器と、前記相関器の各出力と前記各乗算器との差をとり推定誤差として出力する複数の減算器と、前記符号判定回路の出力と前記減算器から出力された推定誤差とから前記各伝達関数を逐次推定する適応アルゴリズムを行う演算回路とを具備することを特徴とする請求の範囲8に記載のスペクトル拡散通信受信機。

【請求項10】前記重みづけ係数制御回路は、前記推定された各伝達関数の絶対値の2乗を前記各遅延波成分ごとの重みづけ係数とする請求の範囲9に記載のスペクトル拡散通信受信機。

【請求項11】前記重みづけ係数制御回路は、前記各遅延波成分ごとの希望波成分の振幅と前記推定誤差との比に基づいて前記重みづけ係数を決定することを特徴とする請求の範囲9に記載のスペクトル拡散通信受信機。

【請求項12】スペクトル拡散通信を行う移動通信システムの移動局と基地局との間で送受信信号の中継を行う中継装置と、前記移動局と基地局に設けられ、前記中継装置からの送信信号を受信するスペクトル拡散通信受信機とを備えたスペクトル拡散通信システムであって、前記中継装置は、前記基地局からの電波を受信する第1の受信アンテナと、前記第1の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第1の遅延器と、前記第1の遅延器の出力を前記移動局へ送信する第1の送信アンテナと、前記移動局からの電波を受信する第2の受信アンテナと、前記第2の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第2の遅延器と、前記第2の遅延器の出力を前記基地局へ送信する第2の送信アンテナとを備え、前記第1および第2の遅延器の遅延時間は、拡散符号の1チップ時間以上に設定され、前記スペクトル通信受信機は、受信したスペクトル拡散信号の各遅延波に対して、同一の拡散符号を用いて逆拡散を行う複数の相関器と、前記各相関器から出力された各遅延波成分をそれぞれ検

波する複数の検波器と、  
前記各検波器の出力に重みづけ係数をかけて重みづけを行う複数の重みづけ回路と、  
前記重みづけ回路の出力を合成する合成回路と、  
前記合成回路の出力の符号判定を行う符号判定回路と、  
前記符号判定回路の出力と前記各相関器の出力とに基づいて、前記各遅延波成分ごとに伝送路の各伝達関数を推定する推定手段と、  
前記推定された各伝達関数に基づいて、前記各遅延波成分ごとに希望波成分のみの振幅を推定し、その振幅によって前記重みづけ係数を形成する重みづけ係数制御回路と  
を具備することを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項13】前記中継装置は、さらに、  
前記第1の遅延器から出力された信号を増幅して前記第1の送信アンテナに供給する第1の増幅器と、  
前記第2の遅延器から出力された信号を増幅して前記第2の送信アンテナに供給する第2の増幅器と  
を具備することを特徴とする請求の範囲12に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項14】前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の入力端と第2の増幅器の出力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の入力端と前記第1の増幅器の出力端とに接続されていることを特徴とする請求の範囲13に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項15】前記中継装置は、さらに、  
前記基地局からの電波を受信する第3の受信アンテナと、  
前記第3の受信アンテナからの受信信号と前記第1の遅延器の出力信号とを合成して前記第1の増幅器に供給する第1の合成手段と、  
前記移動局からの電波を受信する第4の受信アンテナと、  
前記第4の受信アンテナからの受信信号と前記第2の遅延器の出力信号とを合成して前記第2の増幅器に供給する第2の合成手段と  
を具備することを特徴とする請求の範囲14に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項16】前記中継装置は、さらに、  
前記第1の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第1の遅延器に供給する第1の増幅器と、  
前記第2の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第2の遅延器に供給する第2の増幅器と

を具備することを特徴とする請求の範囲12に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項17】前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の出力端と前記第1の増幅器の入力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の出力端と前記第2の増幅器の入力端とに接続されていることを特徴とする請求の範囲16に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項18】前記中継装置は、さらに、  
前記第1の増幅器の出力を前記移動局に送信する第3の送信アンテナと、  
前記第2の増幅器の出力を前記基地局に送信する第4の送信アンテナとを具備することを特徴とする請求の範囲17に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項19】前記推定手段は、前記符号判定回路の出力に前記推定された各伝達関数をかける複数の乗算器と、前記相関器の各出力と前記各乗算器との差をとり推定誤差として出力する複数の減算器と、前記符号判定回路の出力と前記減算器から出力された推定誤差とから前記各伝達関数を逐次推定する適応アルゴリズムを行う演算回路とを具備することを特徴とする請求の範囲12に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項20】前記重みづけ係数制御回路は、前記推定された各伝達関数の絶対値の2乗を前記各遅延波成分ごとの重みづけ係数とする請求の範囲19に記載のスペクトル拡散通信システム。

【請求項21】前記重みづけ係数制御回路は、前記各遅延波成分ごとの希望波成分の振幅と前記推定誤差との比に基づいて前記重みづけ係数を決定することを特徴とする請求の範囲19に記載のスペクトル拡散通信システム。

【発明の詳細な説明】

#### 技術分野

この発明は、パステイバシ特性の向上を図ったスペクトル拡散通信受信機および中継装置に関する。

#### 背景技術

CDMA (Code Division Multiple Access) などのスペクトル拡散通信方式においては、通常、送信側で複数回の変調を行い、受信側でもそれに対応した複数回の復調を行って、情報符号の伝送を行う。すなわち、送信側は、情報符号をPSKなどで変調して得た1次変調波を、高速な疑似ランダム符号などの拡散符号で2次変調することによって、情報符号を広い周波数帯域に拡散して送信する。一方、受信側は、送信側と同一でかつ同期した拡散符号を用いて、受信信号を逆拡散(2次復調)することにより、広い周波数帯域の受信信号を情報符号の帯



域に逆変換した後、さらに1次変調に対応する1次復調を行って、もとの情報符号を復元する。

このようなスペクトル拡散通信方式を移動通信に適用した場合、基地局や移動局から送信された信号は、伝送路に存在するビルなどの障害物によって反射を受ける。このため、この信号は、多重波として受信されるが、それを構成する各素波（遅延波）は、互いに異なった時間に到着する。これは、各遅延波の伝送路の遅延時間が異なるからである。伝送路の遅延時間分散が、拡散符号の1符号時間（1チップ時間）より大きくなれば、受信側において、チップ時間間隔で抽出した各遅延波成分の変動は、非相関なものとして扱うことができる。言い替えれば、各遅延波成分の振幅および位相は、独立した変動を示す。したがって、これらの独立した各遅延波成分の位相を合わせて合成したり、最大振幅のものを選択すれば、平均受信レベルを高めることができる。これが、よく知られたRAKE受信であり、パスダイバーシチ受信効果によって、伝送特性の向上が期待できる。

図1は、パスダイバーシチ受信（RAKE受信）を行う従来のスペクトル拡散通信受信機の構成を示すブロック図である。図1において、1-1～1-Nは、相関器である。相関器1-k（ $k=1\sim N$ ）は、パイロット信号が挿入されたスペクトル拡散信号100を受信し、同一の拡散符号を用いて、各遅延波ごとに逆拡散を行う。ここで、パイロット信号とは、伝送路測定用信号（sounder）のことである。相関器1-kの出力は、各遅延波ごとに検波を行う検波器2-kに供給される。検波器2-kの出力は、重みづけ回路3-kと電力検出器4-kとに供給される。電力検出器4-kは、各遅延波成分ごとに電力を検出し、重みづけ回路3-kの係数とする。重みづけされた各信号は、合成回路5によって合成される。合成された信号は、符号判定回路6に送られ、その符号が判定される。ここで、電力検出器4-kの出力すべてを用いて重みづけを行うと、最大比合成ダイバーシチとなり、最も電力の大きい検波信号のみを選択すれば、選択ダイバーシチとなる。

ところで、従来のスペクトル拡散通信システムには、次のような欠点があった。

（1）各遅延波ごとに独立して検波を行う上記の構成では、遅延波の信号対雑音電力比（SNR）、または信号対干渉電力比（SIR）が低い場合、検波器の動作が不安定になる。

（2）スペクトル拡散通信においては、情報符号ごとにSIRが大きく変動するため、受信信号電力によって重みづけを行っても、最適合成が行えない。したがって、十分なダイバーシチ効果が得られない。

（3）セルラ移動通信では、複数の無線基地局を配置して、広いサービスエリアをカバーしているが、サービスエリア内にはトンネル内などのように、受信電界が弱く、通信の品質が低下する場所がある。このような場所

では、通信が行えなくなる。このような不感地対策として、新たな基地局を設置する方法があるが、基地局の装置、規模が大きいため、経済的でない。

（4）多重波を各遅延波に分解するためには、伝送路の遅延時間差が1チップ時間より大きくななければならないが、すべてのエリアでこのような遅延時間差が得られるとは限らない。たとえば、1次変調の帯域幅が16kHz、拡散符号は、約0.5マイクロ秒になる。したがって、伝送路の遅延時間差がこの値以下のときは、多重波を各遅延波に分離できない。このため、TDMAと同様にフェージングが発生し、CDMAの特徴が失われてしまう。

発明の開示

したがって、この発明の目的は、本来のCDMAの優れた特徴を確保しつつ、不感地や各エリアの通信品質を向上することのできるスペクトル拡散移動通信の中継装置を提供することを目的とする。

また、各遅延波成分について、安定した検波特性と最適な重みづけを行うことのできるスペクトル拡散通信受信機を提供することを目的とする。

本発明による中継装置は、

スペクトル拡散通信を行う移動通信システムの移動局と基地局との間で送受信信号の中継を行う中継装置であって、

前記基地局からの電波を受信する第1の受信アンテナと、

前記第1の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第1の遅延器と、

前記第1の遅延器の出力を前記移動局へ送信する第1の送信アンテナと、

前記移動局からの電波を受信する第2の受信アンテナと、

前記第2の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第2の遅延器と、

前記第2の遅延器の出力を前記基地局へ送信する第2の送信アンテナとを備え、

前記第1および第2の遅延器の遅延時間は、拡散符号の1チップ時間以上に設定されたことを特徴とする。

前記中継装置は、さらに、

前記第1の遅延器から出力された信号を増幅して前記第1の送信アンテナに供給する第1の増幅器と、

前記第2の遅延器から出力された信号を増幅して前記第2の送信アンテナに供給する第2の増幅器とを具備すること

を特徴とする。

前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の入力端と第2の増幅器の出力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナ

は受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の入力端と前記第1の増幅器の出力端とに接続されていてもよい。

前記中継装置は、さらに、

前記基地局からの電波を受信する第3の受信アンテナと、

前記第3の受信アンテナからの受信信号と前記第1の遅延器の出力信号とを合成して前記第1の増幅器に供給する第1の合成手段と、

前記移動局からの電波を受信する第4の受信アンテナと、

前記第4の受信アンテナからの受信信号と前記第2の遅延器の出力信号とを合成して前記第2の増幅器に供給する第2の合成手段と

を具備してもよい。

前記中継装置は、さらに、

前記第1の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第1の遅延器に供給する第1の増幅器と、

前記第2の受信アンテナからの受信信号を増幅して前記第2の遅延器に供給する第2の増幅器と

を具備してもよい。

前記第1の受信アンテナと前記第2の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第1のサーキュレータを介して、前記第2の遅延器の出力端と前記第1の増幅器の入力端とに接続され、かつ前記第2の受信アンテナと前記第1の送信アンテナは同一のアンテナからなり、該アンテナは受信信号と送信信号とを分離するための第2のサーキュレータを介して、前記第1の遅延器の出力端と前記第2の増幅器の入力端とに接続されていてもよい。

前記中継装置は、さらに、

前記第1の増幅器の出力を前記移動局に送信する第3の送信アンテナと、

前記第2の増幅器の出力を前記基地局に送信する第4の送信アンテナと

を具備してもよい。

本発明によるスペクトル拡散通信受信機は、

受信したスペクトル拡散信号の各遅延波に対して、同一の拡散符号を用いて逆拡散を行う複数の相関器と、

前記各相関器から出力された各遅延波成分をそれぞれ検波する複数の検波器と、

前記各検波器の出力に重みづけ係数をかけて重みづけを行う複数の重みづけ回路と、

前記重みづけ回路の出力を合成する合成回路と、

前記合成回路の出力の符号判定を行う符号判定回路と、

前記符号判定回路の出力と前記各相関器の出力とに基づいて、前記各遅延波成分ごとに伝送路の各伝達関数を推定する推定手段と、

前記推定された各伝達関数に基づいて、前記各遅延波

成分ごとに希望波成分のみの振幅を推定し、その振幅によって前記重みづけ係数を形成する重みづけ係数制御回路と

を具備することを特徴とする。

前記推定手段は、前記符号判定回路の出力に前記推定された各伝達関数をかける複数の乗算器と、前記相関器の各出力と前記各乗算器との差をとり推定誤差として出力する複数の減算器と、前記符号判定回路の出力と前記減算器から出力された推定誤差とから前記各伝達関数を逐次推定する適応アルゴリズムを行う演算回路とを具備してもよい。

前記重みづけ係数制御回路は、前記推定された各伝達関数の絶対値の2乗を前記各遅延波成分ごとの重みづけ係数としてもよい。

前記重みづけ係数制御回路は、前記各遅延波成分ごとの希望波成分の振幅と前記推定誤差との比に基づいて前記重みづけ係数を決定してもよい。

本発明によるスペクトル拡散通信システムは、

スペクトル拡散通信を行う移動通信システムの移動局と基地局との間で送受信信号の中継を行う中継装置と、前記移動局と基地局に設けられ、前記中継装置からの送信信号を受信するスペクトル拡散通信受信機とを備えたスペクトル拡散通信システムであって、

前記中継装置は、前記基地局からの電波を受信する第1の受信アンテナと、

前記第1の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第1の遅延器と、

前記第1の遅延器の出力を前記移動局へ送信する第1の送信アンテナと、

前記移動局からの電波を受信する第2の受信アンテナと、

前記第2の受信アンテナから供給された受信信号に、一定の遅延を与える第2の遅延器と、

前記第2の遅延器の出力を前記基地局へ送信する第2の送信アンテナとを備え、

前記第1および第2の遅延器の遅延時間は、拡散符号の1チップ時間以上に設定され、

前記スペクトル通信受信機は、

受信したスペクトル拡散信号の各遅延波に対して、同一の拡散符号を用いて逆拡散を行う複数の相関器と、

前記各相関器から出力された各遅延波成分をそれぞれ検波する複数の検波器と、

前記各検波器の出力に重みづけ係数をかけて重みづけを行う複数の重みづけ回路と、

前記重みづけ回路の出力を合成する合成回路と、

前記合成回路の出力の符号判定を行う符号判定回路と、

前記符号判定回路の出力と前記各相関器の出力とに基づいて、前記各遅延波成分ごとに伝送路の各伝達関数を推定する推定手段と、



前記推定された各伝達関数に基づいて、前記各遅延波成分ごとに希望波成分のみの振幅を推定し、その振幅によって前記重みづけ係数を形成する重みづけ係数制御回路と

を具備することを特徴とする。

この発明によれば、中継装置から送信される信号に、1チップ時間より大きい遅延分散が強制的に与えられる。このため、RAKE受信効果が得られ、不感地をなくし、エリア内の伝送品質を向上させることができる。

また、パスダイバーシチ合成（RAKE受信）を行うスペクトル拡散通信受信機において、ダイバーシチ合成後の信号の符号判定の結果を用いて検波および重みづけを行う。すなわち、符号判定の結果を用いて推定した希望電力またはSIRによって、検波および重みづけを行う。このため、希望波と干渉波との合計である受信電力で単純に重みづけしていた従来の技術と比較して、安定した検波結果を得ることができ、パスダイバーシチ受信による特性の向上を実現することができる。

図面の簡単な説明

図1は、パスダイバーシチ（RAKE）受信を行う、従来のスペクトル拡散通信受信機の構成例を示すブロック図である。

図2は、本発明によるスペクトル拡散通信中継装置の一実施例を示すブロック図である。

図3Aおよび図3Bは、本発明によるスペクトル拡散通信中継装置の他の実施例を示すブロック図である。

図4は、本発明によるRAKE受信方式を採用したスペクトル拡散通信受信機の一実施例を示すブロック図である。

図5は、図4の実施例の検波器から符号判定回路までの具体的構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。

#### 実施例1

図2は、この発明による移動通信システムの実施例を示すブロック図である。

図において、基地局10は、エリア（無線ゾーン）9をカバーし、エリア9内の移動局16および17とCDMA通信をしている。基地局10は、送受信アンテナ11と無線機12とから構成され、多重回線13を介して交換局14と接続されている。この発明による中継装置20は、不感地あるいは伝送品質を向上させたい地域に設置されている。

中継装置20は、対基地局アンテナ21および22、および対移動局アンテナ28および29を備えている。アンテナ21および28は送受信兼用であり、アンテナ22および29は受信専用である。基地局10から搬送周波数 $f_2$ で送信された電波は、アンテナ21および22によって受信される。アンテナ21の受信波S1は、送受分離用のサーキュレータ23および遅延器24を通して合成器25に供給される。ここで、

遅延器24は、スペクトル拡散通信の拡散符号系列の符号時間（チップ時間）以上の遅延を受信波S1に与え、遅延された信号S1dを合成器25に供給する。一方、アンテナ22の受信波S2は、直接合成器25に供給され、信号S1dと合成される。この合成信号は、増幅器26で増幅され、信号S3として、送受分離用のサーキュレータ27を介して対移動局アンテナ28に導かれ、移動局に向けて送信される。このように、中継装置20からは、遅延器24で遅延された信号S1dと、遅延の無い信号S2との合成信号S3が送信される。

中継装置20のアンテナ28から送信された電波は、移動局16の送受信アンテナ31で受信される。このアンテナ31は、さらに、基地局10の送受信アンテナ11から送信された電波をも受信する。すなわち、移動局16は、中継装置20で遅延された信号と、遅延されなかった信号と、基地局10から直接送られてきた信号との3系列の信号を受信することになる。これらの信号は、移動局16の無線機32に供給される。無線機32は、割り当てられた拡散符号で相関をとって2次復調（逆拡散）し、RAKE受信した後、1次復調して、基地局10から移動局16に送られてきたデータを得る。

一方、移動局16からの送信データは、無線機32で1次、2次変調されて、搬送波周波数 $f_1$ の電波として送受信アンテナ31から送信される。この電波は、中継装置20の対移動局アンテナ28および29で受信される。アンテナ28の受信波S5は、送受分離用のサーキュレータ27および遅延器35を通して合成器36に供給される。ここで、遅延器35は、スペクトル拡散通信の拡散符号系列の符号時間（チップ時間）以上の遅延を受信波S5に与え、遅延された信号S5dを合成器36に供給する。一方、アンテナ29の受信波S6は、直接合成器36に供給され、信号S5dと合成される。この合成信号は、増幅器37で増幅され、信号S7として、送受分離用のサーキュレータ23を介して対基地局アンテナ21に導かれ、基地局に向けて送信される。このように、中継装置20からは、遅延器35で遅延された信号S5dと、遅延の無い信号S6との合成信号S7が基地局10に向けて送信される。

中継装置20のアンテナ21から送信された電波は、基地局10の送受信アンテナ11で受信される。このアンテナ11は、さらに、移動局16の送受信アンテナ31から送信された電波をも受信する。すなわち、基地局10は、中継装置20で遅延された信号と、遅延されなかった信号と、移動局16から直接送られてきた信号との3系列の信号を受信することになる。これらの信号は、基地局10の無線機12に供給される。無線機12は、割り当てられた拡散符号で相関をとって2次復調（逆拡散）し、RAKE受信した後、1次復調して、移動局16から基地局10に送られてきたデータを得る。

このように、遅延器24および35の各遅延時間を、スペクトル拡散符号のチップ時間以上とすることによって、

2以上の信号経路を通して受信された信号に対して、十分なRAKE受信の効果を得ることができる。

実施例1の中継装置では、基地局と移動局のそれぞれに対して、2つの受信アンテナと1つの送信アンテナを使用しが、これに限定されるものではない。例えば、3つ以上の受信アンテナと1つ以上の送信アンテナとを組み合わせてもよい。要は、同一の受信信号に対して、受信アンテナから送信アンテナに至る信号経路を複数とし、これらの信号経路に拡散符号のチップ時間以上の遅延を与えることである。

あるいは、実施例1とは逆に、1つの受信アンテナと2つの送信アンテナを使用してもよい。実施例2は、そのような構成を有する中継装置である。

#### 実施例2

図3Aは、実施例2の構成を示すブロック図である。図において、アンテナ21および22は対基地局アンテナであり、アンテナ28および29は対移動局アンテナである。また、アンテナ21および28では送信専用アンテナであり、アンテナ22および29は送受信兼用のアンテナである。アンテナ22の受信波S1は、サーキュレータ23および増幅器26を介して、アンテナ28に供給され、移動局に向けて送信される。また、増幅器26から出力された受信波S1は、遅延器24で遅延される。遅延された信号S1dは、サーキュレータ27を介してアンテナ29に供給され、移動局に向けて送信される。このように、中継装置20からは、遅延された信号S1dと、遅延を受けなかった信号S1とが移動局に向けて送信される。遅延器24の遅延時間は、実施例1と同様に、1チップ時間以上に設定されている。

一方、対移動局アンテナ29の受信波S5は、サーキュレータ27および増幅器37を介して、アンテナ21に供給され、基地局に向けて送信される。また、増幅器37から出力された受信波S5は、遅延器35で遅延される。遅延された信号S5dは、サーキュレータ23を介してアンテナ22に供給され、基地局10に向けて送信される。このように、中継装置20からは、遅延された信号S5dと、遅延を受けなかった信号S5とが基地局10に向けて送信される。遅延器35の遅延時間は、実施例1と同様に、1チップ時間以上に設定されている。

実施例1および2の中継装置を不感地に用いる場合は、不感地を見通せる地点に設置する。これらの中継装置は、基地局からの送信波を受信増幅して、不感地に向けて送信する。また、不感地内の移動局からの送信波を受信増幅して、基地局に向けて送信する。これらの中継装置は、受信アンテナから送信アンテナの間に複数の信号経路を備え、遅延器を用いて強制的に多重波をつくり、送信する。これらの多重波は、1チップ時間以上の時間的なずれをもつので、RAKE受信によって分解して、それらの位相を描えることができる。したがって、不感地においても、それ以上の場所においても、移動局および基地局におけるRAKE受信効果によって、良好な品質を

保ちながら通信することが可能となる。

#### 実施例3

実施例1および2では、中継装置20内で、遅延を受けた信号と、遅延を受けない信号の2系列の信号を作って送信した。しかしながら、不感地以外の場所では、基地局10と移動局16との間で直接送受される信号が存在することを考慮すれば、中継装置20内では、遅延された信号のみを作って送信しても、受信側では2系列の信号が得られることとなる。そのため、不感地以外の場所に、このような中継装置を設置すれば、伝送特性をかなりの改善することができる。

図3Bは、このような中継装置を示すブロック図である。図において、アンテナ21は対基地局アンテナであり、アンテナ29は対移動局アンテナである。これらのアンテナ21および29は、ともに送受兼用アンテナである。

対基地局アンテナ21の受信波S1は、サーキュレータ23を介して遅延器24に供給される。遅延器24は、この信号S1に1チップ時間以上の遅延を与え、増幅器26に供給する。増幅器26は、この信号S1dを増幅し、サーキュレータ27を介してアンテナ29に供給し、移動局に向けて送信する。

一方、対移動局アンテナ29の受信波S5は、サーキュレータ27を介して遅延器35に供給される。遅延器35は、この信号S5に1チップ時間以上の遅延を与え、増幅器37に供給する。増幅器37は、この信号S5dを増幅し、サーキュレータ23を介してアンテナ21に供給し、基地局に向けて送信する。

この実施例の装置は、不感地以外の場所で使用する。たとえば、音声信号の通信は十分に行えるが、データ信号の受信誤り率の改善が必要な場所を使用する。この場合、移動局側では、基地局からの直接波と、中継装置のアンテナ29からの遅延波とを受信し、2次復調、RAKE受信、および1次復調を行って、基地局からのデータを得る。一方、基地局側では、移動局からの直接波と、中継装置のアンテナ21からの遅延波とを受信し、2次復調、RAKE受信、および1次復調を行って、移動局からのデータを得る。これによって、データ伝送の誤り率を減らすことができる。実施例1および2の中継装置も、このような場所に使用できることは言うまでもない。

移動通信では、各々の移動局から基地局に送られてくる電波の受信レベルに大きな違いが生じる。これは、移動局と基地局との距離が大きく異なる、ビルの反射などによって多重伝送路が構成される、などの理由による。このため、基地局は、各移動局からの受信レベルを基準レベルに合わせるように、移動局側の送信レベルを制御する必要がある。この発明の中継装置を用いた場合、中継装置を通ってきた信号と、直接きた信号とがRAKE受信によって自動的に合成され、この合成波レベルで移動局側の送信レベルを自動的に制御することができるので、中継装置を設置したかどうかは、まったく意識する必要が



ないという利点がある。

次に、このような中継装置と組み合わせることによって、良好なRAKE受信を行うことのできる受信機について説明する。

#### 実施例4

図4は、本発明によるスペクトル拡散通信受信機の一実施例を示すブロック図である。この受信機も、図1に示す従来の受信機と同様に、RAKE受信方式を採用しているが、次の点で異なっている。

(1) 検波器2—k (k=1~N)の代わりに、検波器42—kが用いられている。

(2) 電力検出器4—kの代わりに、重みづけ係数制御回路40—kが設けられている。

(3) 符号判定回路6の出力が、検波器42—kおよび重みづけ係数制御回路40—kに供給され、検波および重みづけの基準として使用されている。

図4の受信機において、それぞれの相関器1—kから出力された各遅延波ikは、検波器42—kに供給され、各遅延波ごとに検波される。検波器42—kの出力は、重みづけ係数制御回路40—kに供給され、ここで各遅延波成分ごとに重みづけ係数が算出される。すなわち、重みづけ係数制御回路40—kは、後で詳述するように、符号判定結果と検波器出力とを比較し、検波器出力に含まれる希望波成分を検出して、重みづけ係数を決定する。重みづけ係数の決定法としては、希望波成分による重みづけ、あるいはSIRによる重みづけが用いられる。こうして得られた重みづけ係数によって重みづけされた信号は、合成回路5によって合成され、符号判定回路6によって符号の判定が行われる。

図5は、図4の検波器42から符号判定回路6までの、より具体的な構成を示す回路図である。図において、参照符号43 (43—1~43—N)は、図4に示す検波器42と重みづけ係数制御回路40とを一体的に構成した回路である。それぞれの要素43—kは、減算器51、乗算器52、53、および演算回路54から構成され、演算回路54は、適応アルゴリズムを格納したメモリと、減算回路とを含んでいる。

ここで、送信信号を振幅1の信号 $e^{j\phi}$ 、伝送路の伝達関数を $Z_k$ とすると、受信信号は $Z_k \times e^{j\phi}$ で表される。この伝達関数 $Z_k$ は、フェージングによる位相の回転と振幅の変動とを表している。適応アルゴリズムの目標は、 $Z_k = Z_k$ となるような推定伝達関数 $Z_k$  (k=1~N)を得ることである。換言すれば、推定誤差

$$e_k = (Z_k - \hat{Z}_k) e^{j\phi}$$

が最小となる $Z_k$ を求めることである。以下、符号判定回路6から帰還された判定値と推定誤差 $e_k$ とから逐次的に最適な $Z_k$ を推定する手順を説明する。なお、この手法の詳細は、Simon Haykin, "Adaptive Filter Theory", Prentice Hall, 1986, (ISBN0—13—004052—5) pp. 381~385に記載されている。

(1) 乗算器52によって、入力信号 $i = Z_k \times e^{j\phi}$ に $1/Z_k$ を掛ける。結果は、 $e_k = (Z_k/Z_k) e^{j\phi}$ となる。推定が完全ならば、 $Z_k = Z_k$ となり、送信信号 $e^{j\phi}$ が得られる。実際には、雑音等によって推定は不完全となる。

(2) 乗算器52の出力を重みづけ回路3—kに供給し、推定伝達関数 $Z_k$ の絶対値の2乗 $|Z_k|^2$ を重みづけ係数として、重みづけを行う。これによって、最大比合成ダイバーシチを実行する。

(3) 各重みづけ回路3—kの出力 $Z_k^* e^{j\phi}$ を、合成回路5によって加算する。これによって、最大比合成ダイバーシチの条件である重みづけ合成が行われる。

(4) 合成回路5の出力を符号判定回路6で符号判定する。ビット誤りがなければ $e^{j\phi}$ が得られる。

(5) 乗算器53によって、推定受信信号をつくる。すなわち、符号判定回路6の出力に推定伝達関数 $Z_k$ をかけ、その積 $Z_k \times e^{j\phi}$ を推定受信信号とする。

(6) 減算器51によって、入力号 $Z_k \times e^{j\phi}$ から推定受信信号 $Z_k \times e^{j\phi}$ を引くことによって、推定誤差 $e_k$ を求める。

(7) この推定誤差 $e_k$ がさらに小さくなるように、推定伝達関数 $Z_k$ を更新する。これは、逐次最小2乗法 (RLS) による適応アルゴリズムを用いて行われる。なお、他の適応アルゴリズムを用いることもできる。

(8) 上記(1)に戻って、同様の処理を繰り返す。

こうして、適応アルゴリズムによって伝送路の伝達関数 $Z_k$ が推定され、その推定値 $Z_k$ が求められる。ある遅延波に対して、符号判定結果に対する各遅延波の検波出力の比が大きいほど、この遅延波には、大きな希望波成分が含まれている。推定値 $Z_k$ は、符号判定結果に対する各遅延波の検波出力の比を表すもので、各遅延波に含まれる希望波成分の大きさを示す。したがって、推定値 $Z_k$ を用いることによって、各遅延波ごとのSNRまたはSIRを測定することができる。本発明では、この推定値 $Z_k$ を用いて重みづけを行うようにしたので、従来の検波器出力の電力による重みづけよりも、適切な重みづけを行うことができる。これによって、RAKE受信による特性向上を図ることができる。

この実施例では、遅延検波、または同期検波を用いるため、最初に受信した情報シンボルは、位相が不確定となり復調できない。しかしながら、遅延検波方式の場合には、通常、既知情報シンボルであるプリアンブルが送られてくるので、検波器42へ帰還する判定結果としては、このプリアンブル符号を入力すればよい。また、同期検波方式の場合には、受信信号の絶対位相を求めるために挿入する、1シンボル長以上の既知のパイロット信号を用いればよい。すなわち、パイロット信号の符号を判定結果として検波器42へ帰還すればよい。

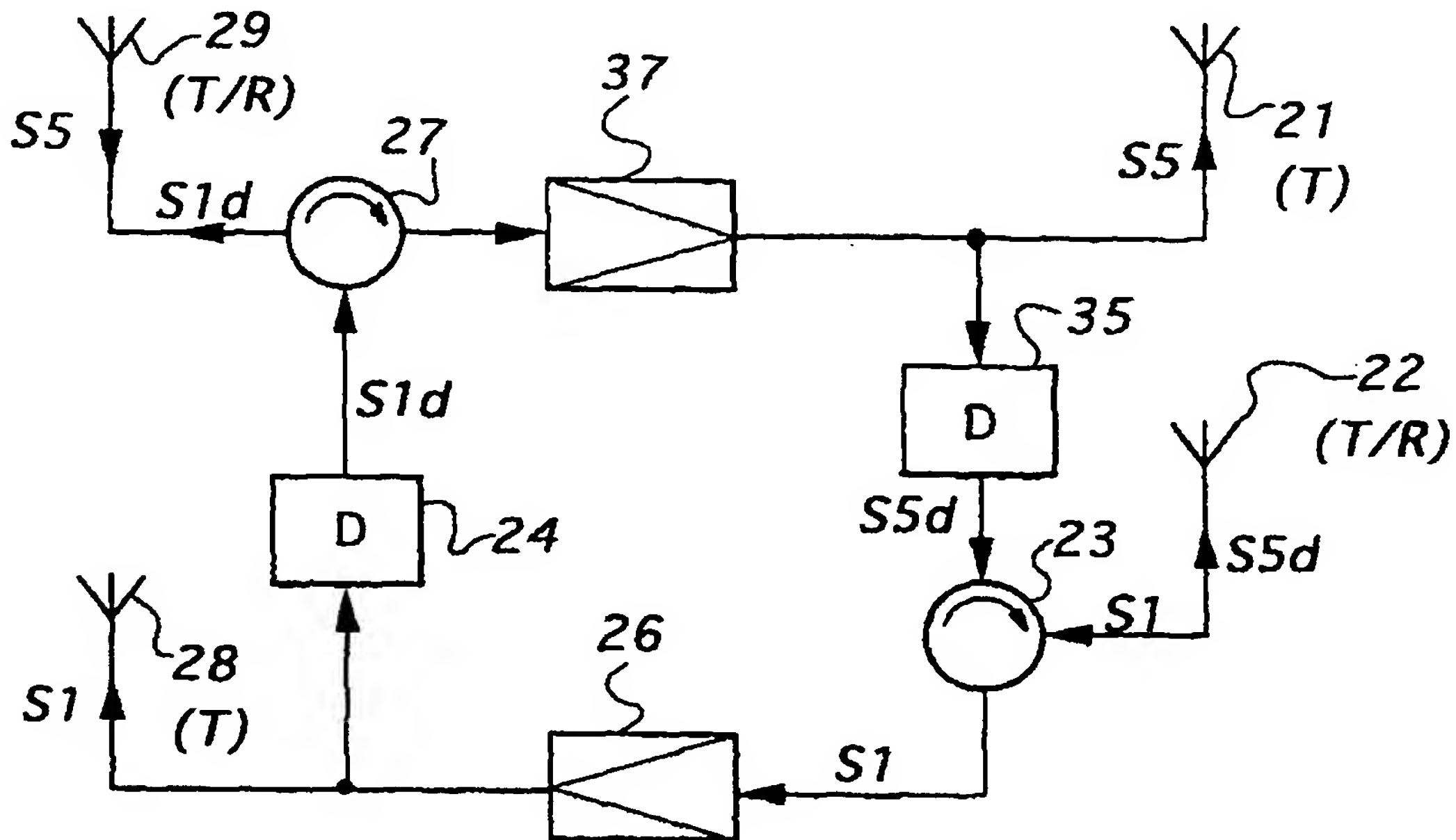
上記実施例では、演算回路54から重みづけ回路3—iに推定伝達関数 $Z_k$ の絶対値の2乗 $|Z_k|^2$ を供給することによって、推定希望波の電力で重みづけを行っている



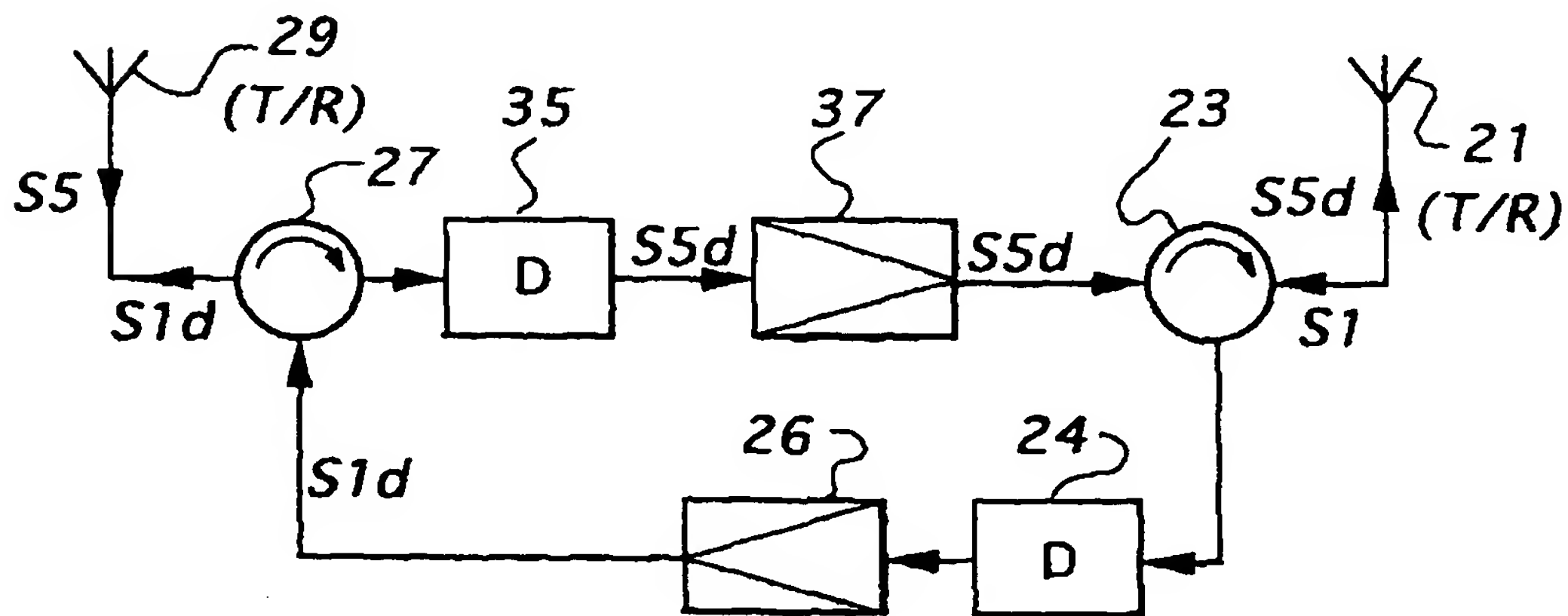
が、これに限定されるものではない。たとえば、推定伝達関数 $Z_k$ の絶対値の2乗 $|Z_k|^2$ を推定誤差 $e_k$ の絶対値の2乗 $|e_k|^2$ で割った値 $|Z_k|^2/|e_k|^2$ を用いれば、SIRで重みづけすることができる。

また、上述した本発明による中継装置をこの受信機と組み合わせれば、不感地内の移動局と基地局との間でも良好な通信を行うことができる。

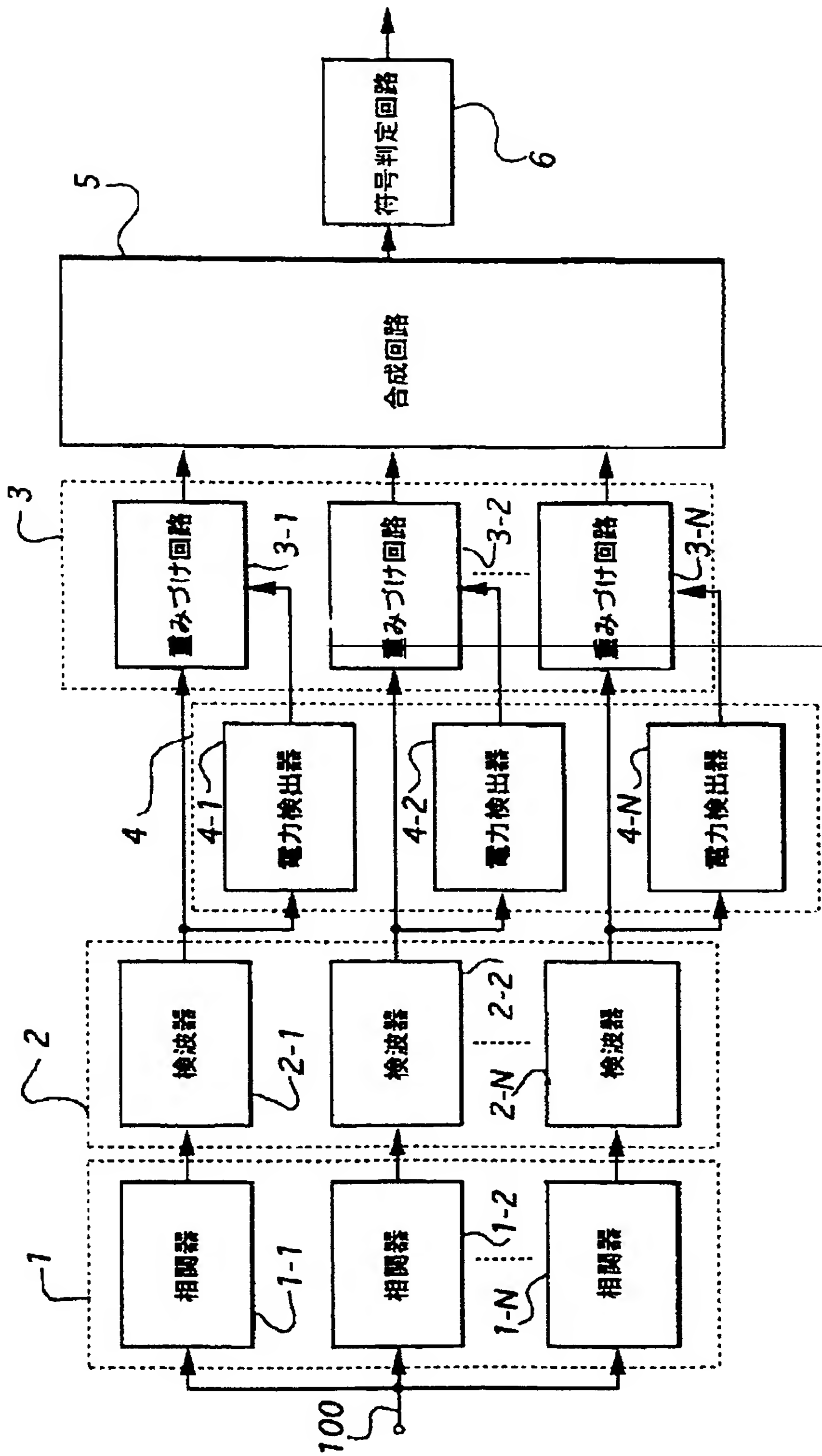
【第3A図】



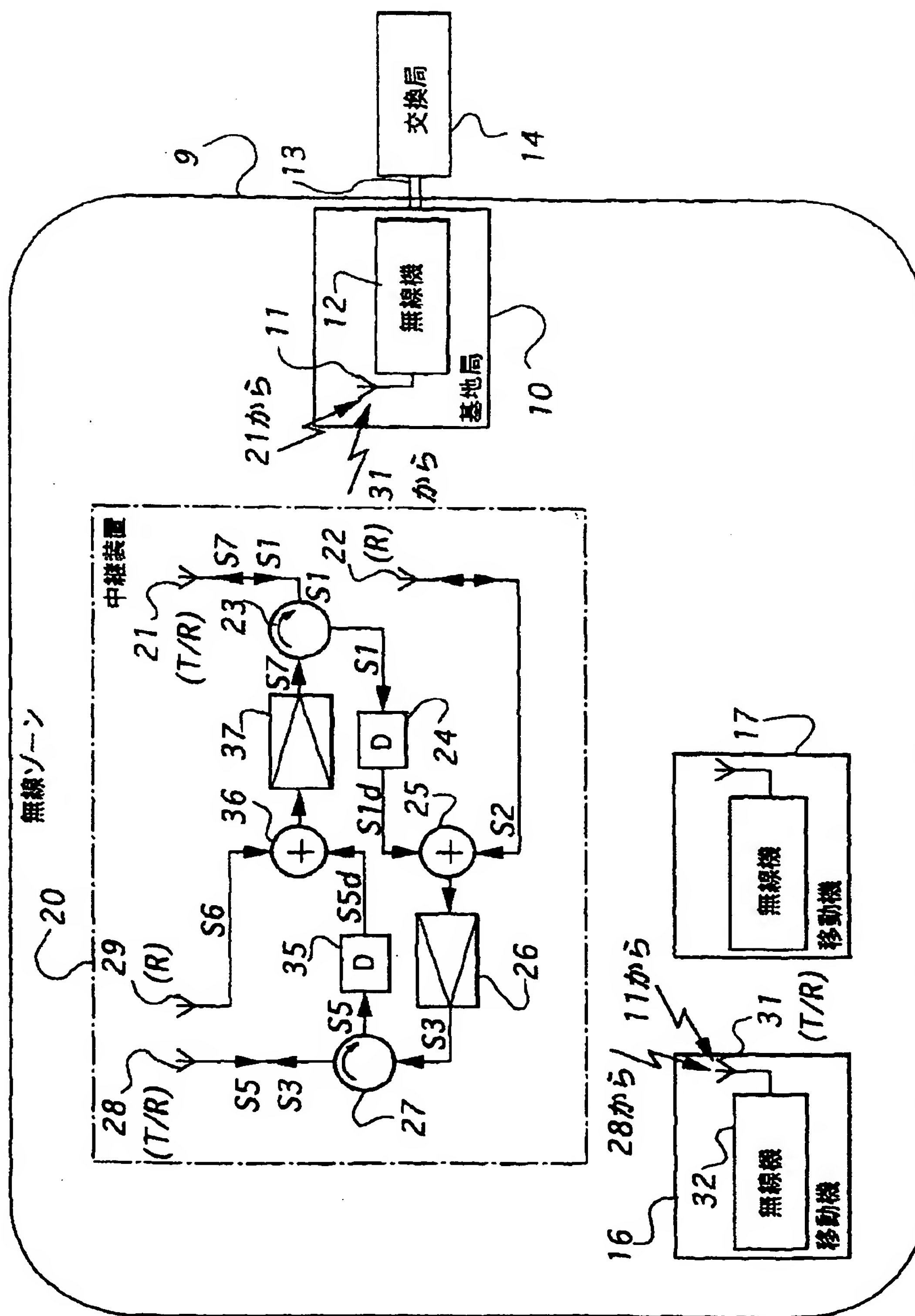
【第3B図】



【第1図】

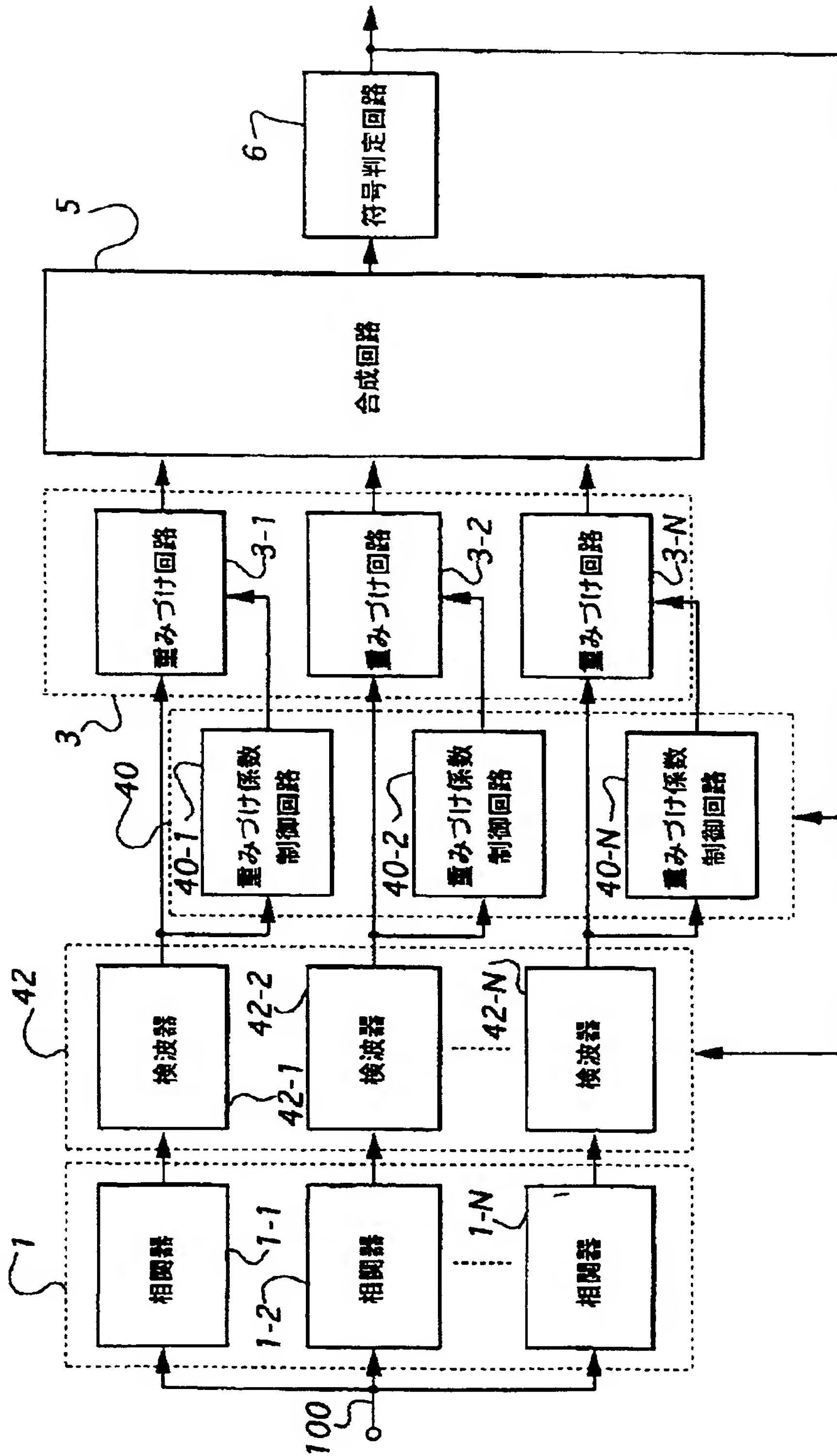


【第2図】

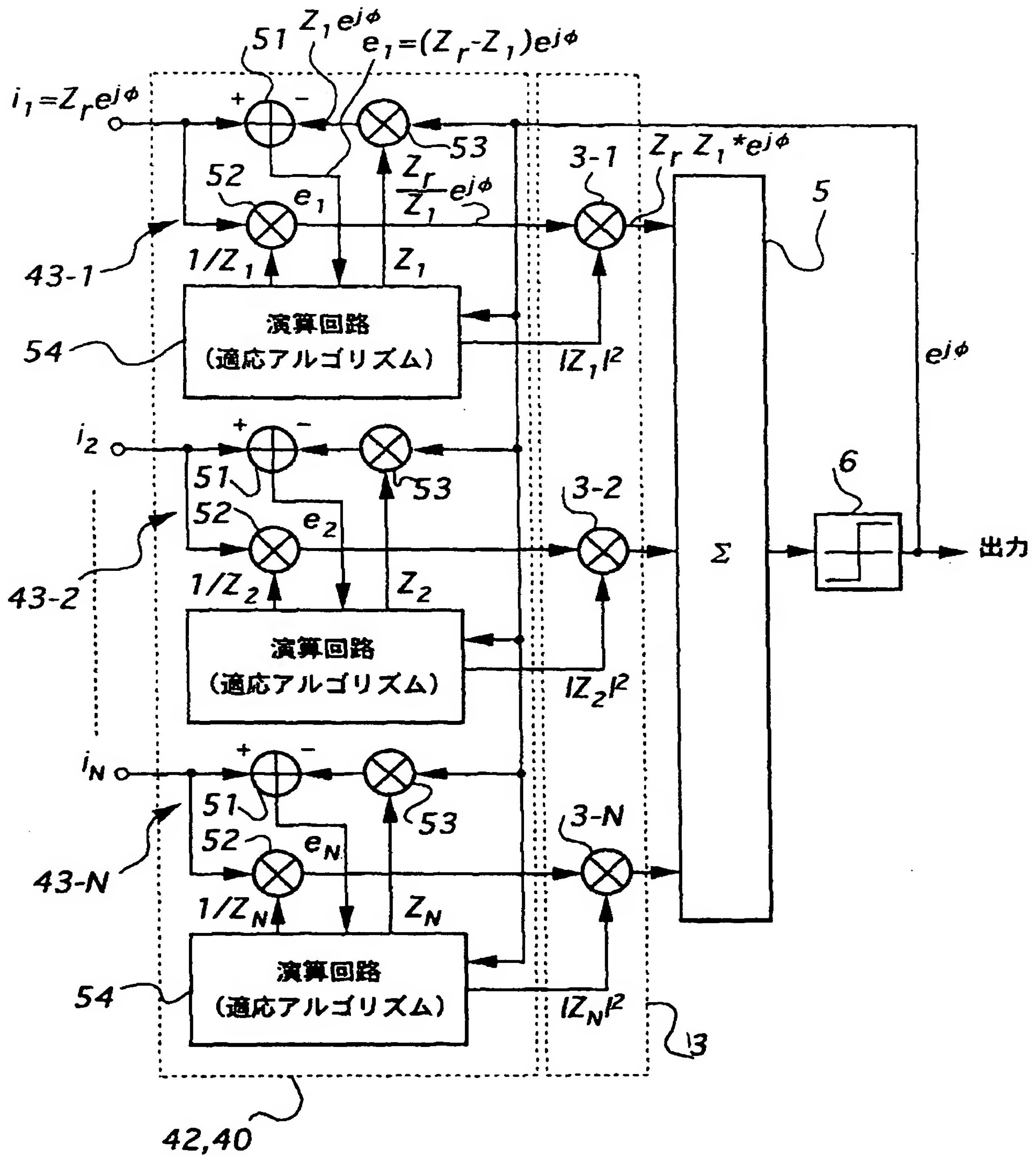




【第4図】



【第5図】



フロントページの続き

(72)発明者     土肥   智弘  
神奈川県横浜市磯子区杉田9-2-12  
富岡第1独身寮エー408

(56)参考文献     特開   平2-4032 (J P, A)  
                  特開   平1-103336 (J P, A)  
                  特開   昭63-74234 (J P, A)  
                  米国特許4550414 (U S, A)  
                  米国特許4291410 (U S, A)  
                  電子情報通信学会技術研究報告   V o  
                  1 . 92, N o . 446   (S S T 92-70)  
                  「忘却係数による加重平均型R A K E  
                  方式とその簡略化」

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B名)

H04J   13/00  
H04B    7/15  
H04B    7/26